

4

La Red de evaluación de cultivos de soja para el Noroeste Argentino (NOA), tiene como objetivo conocer el comportamiento de las variedades de soja en los diferentes ambientes que se presentan en el norte del país. De esta forma, se obtiene información que resulta valiosa a la hora de evaluar los diferentes materiales que se presentan a escala comercial. Esto no sería posible sin el importante apoyo brindado por productores, asesores, empresas privadas, técnicos y grupos CREA. La Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" (EEAOC), a través del Programa Granos, coordina desde hace varios años esta Red Regional, siendo este el decimotercer año de evaluación. Los análisis y resultados de la campaña 2009/2010 son volcados en esta publicación y esperamos que sirva de apoyo como una herramienta más en la toma de decisiones para la próxima campaña que se avvicina.

En esta Red Regional se evaluaron 44 cultivos de soja, de las cuales 14 participaron por primera vez. Estas variedades fueron implantadas en 15 localidades del NOA, distribuidas de la siguiente forma: cuatro en la provincia de Tucumán (Garmendia-Arenales, La Virginia, La Cocha y San Agustín), tres en el oeste de Santiago del Estero (La Fragua, El Palomar y Javicho) y siete en la provincia de Salta (Lajitas Oeste, Lajitas Este, Metán, Olleros, Tolloche, Mosconi y Ballivián Oeste). Cabe aclarar que las localidades de Tolloche, La Fragua y Javicho, debido a problemas operativos, no fueron tenidas en cuenta en el análisis.

A fin de uniformar criterios en la realización de las macroparcels, se siguieron una serie de pautas que a continuación se detallan:

Las semillas de las variedades comerciales a ser evaluadas fueron provistas por los semilleros.

La ocurrencia de enfermedades en las plantas de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] suele traducirse en una reducción en el rendimiento del cultivo. Existen aquellos fitopatógenos que producen enfermedades de raíz (hongos de suelos) mientras que otros ocasionan enfermedades en la parte aérea del cultivo (manchas foliares). De estas últimas, las que más importancia cobran son las llamadas enfermedades de fin de ciclo (EFC) y la roya de la soja, ya que se presentan con mayor significancia en los periodos del cultivo en que se define el rendimiento.

La manifestación de la intensidad en la ocurrencia de estas enfermedades varía durante las campañas, estando fuertemente ligada a las condiciones climáticas y a las prácticas de manejo agronómico utilizadas.

Los resultados obtenidos durante las últimas campañas mostraron fluctuaciones en la severidad de las EFC que osciló entre el 30% y el 50% (Ploper et al., 2006; 2007a; 2007b; 2008). La excepción de la pústula bacteriana y el mildiú. Con respecto a la roya en esta campaña, su primera detección en Tucumán fue en la primera semana de marzo, aunque no evolucionó a pesar de presentarse condiciones favorables para la enfermedad (Ploper et al., 2008).

En la campaña 2008/2009 las EFC presentaron niveles bajos de severidad en los diferentes estadios del cultivo de la soja. Las condiciones fueron poco propicias para el establecimiento y desarrollo de la roya de la soja.

La Red de evaluación de cultivos de soja para el Noroeste Argentino (NOA), tiene como objetivo conocer el comportamiento de las variedades de soja en los diferentes ambientes que se presentan en el norte del país. De esta forma, se obtiene información que resulta valiosa a la hora de evaluar los diferentes materiales que se presentan a escala comercial. Esto no sería posible sin el importante apoyo brindado por productores, asesores, empresas privadas, técnicos y grupos CREA. La Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" (EEAOC), a través del Programa Granos, coordina desde hace varios años esta Red Regional, siendo este el decimotercer año de evaluación.

La manifestación de la intensidad en la ocurrencia de estas enfermedades varía durante las campañas, estando fuertemente ligada a las condiciones climáticas y a las prácticas de manejo agronómico utilizadas.

Los resultados obtenidos durante las últimas campañas mostraron fluctuaciones en la severidad de las EFC y en las fechas de detección y progreso de la roya en los diferentes regiones agrícolas del noroeste argentino (NOA) (Ploper et al., 2006; 2007a; 2007b; 2008). Así, durante la campaña 2007/2008 las EFC presentaron niveles bajos de severidad, apareciendo recién en abril en Tucumán y zonas de influencia. En el norte de la provincia de Salta, que en la campaña 2007/2008 había registrado severas pérdidas por la roya, la enfermedad apareció más tarde en esta campaña, su primera detección.

La ocurrencia de enfermedades en las plantas de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] suele traducirse en una reducción en el rendimiento del cultivo. Existen aquellos fitopatógenos que producen enfermedades de raíz (hongos de suelos) mientras que otros ocasionan enfermedades en la parte aérea del cultivo (manchas foliares). De estas últimas, las que más importancia cobran son las llamadas enfermedades de fin de ciclo (EFC) y la roya de la soja, ya que se presentan con mayor significancia en los periodos del cultivo en que se define el rendimiento.

La manifestación de la intensidad en la ocurrencia de estas enfermedades varía durante las campañas, estando fuertemente ligada a las condiciones climáticas y a las prácticas de manejo agronómico utilizadas.

Los resultados obtenidos durante las últimas campañas mostraron fluctuaciones en la severidad de las EFC y en las fechas de detección y progreso de la roya en los diferentes regiones agrícolas del noroeste argentino (NOA) (Ploper et al., 2006; 2007a; 2007b; 2008). Así, durante la campaña 2007/2008 las EFC presentaron niveles bajos de severidad, apareciendo recién en abril en Tucumán y zonas de influencia. En el norte de la provincia de Salta, que en la campaña 2007/2008 había registrado severas pérdidas por la roya, la enfermedad apareció más tarde en esta campaña, su primera detección.

ANÁLISIS DE ÍNDICE AMBIENTAL CON AJUSTE LINEAL

La Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" (EEAOC), a través del Programa Granos, coordina desde hace varios años esta Red Regional, siendo este el decimotercer año de evaluación. Los análisis y resultados de la campaña 2009/2010 son volcados en esta publicación y esperamos que sirva de apoyo como una herramienta más en la toma de decisiones para la próxima campaña que se avvicina.

En esta Red Regional se evaluaron 44 cultivos de soja, de las cuales 14 participaron por primera vez.

ANÁLISIS DE DATOS DE ENSAYOS MULTIAMBIENTALES A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA GGE BIPLLOT

Resultados de la Campaña 2010/2011

Largos (VII y VIII). El espaciamiento de siembra fue de 0,52 metros entre líneas. Cada macroparcelsa tiene una longitud aproximada de 200 metros y un ancho entre 9 y 20 líneas. Se utilizaron testigos intercalados, es decir, cada un determinado número de materiales evaluados se sembró el testigo correspondiente. Se fertilizaron los lotes y se tomaron datos de lluvias y análisis de suelo de cada localidad. Se realizó, en algunas localidades, el seguimiento fenológico (días a floración y maduración), determinación del número de plantas/metro, vuelco, etc. El control de malezas y plagas se realizó dependiendo de la situación particular de cada ensayo. Se realizó recorridos por las distintas macroparcelsa durante el ciclo del cultivo para realizar lecturas de fenología, severidad de enfermedades y estado general del cultivo. En cada campo se realizó la cosecha con las trilladoras disponibles, tomando los datos de rendimiento y humedad obtenidos en la cosecha fueron remitidos a la Sección Granos de la EEAOC para su análisis.

Evolución, debido a condiciones climáticas adversas para el patógeno (González et al., 2009). Durante la campaña recientemente finalizada, 2009/2010, la producción de soja en el NOA resultó muy favorable en lo que se refiere a las condiciones climáticas, registrándose precipitaciones apropiadas en cantidad y distribución para el crecimiento y desarrollo de los cultivos en la mayor parte de la región. La ocurrencia de enfermedades de raíz por las EFC y la roya de la soja, apareciendo recién en abril en Tucumán y zonas de influencia. En el norte de la provincia de Salta, que en la campaña 2007/2008 había registrado severas pérdidas por la roya, la enfermedad apareció más tarde en esta campaña (mediados de marzo) y mostró una lenta evolución, debido a condiciones climáticas adversas para el patógeno (González et al., 2009). Durante la campaña recientemente finalizada, 2009/2010, la producción de soja en el NOA resultó muy favorable en lo que se refiere a las condiciones climáticas, registrándose precipitaciones apropiadas en cantidad y distribución para el crecimiento y desarrollo de los cultivos en la mayor parte de la región. La ocurrencia y los daños ocasionados por las enfermedades fueron mínimos a pesar de haberse presentado condiciones favorables para el desarrollo de las mismas a lo largo de la campaña. En el presente trabajo se presentan los resultados de la prospección del estado sanitario de los cultivos de soja en la región y de las evaluaciones del comportamiento de cultivos frente a las enfermedades más prevalentes, llevados a cabo por el personal de la Sección Fitopatología de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) durante la campaña 2009/2010.

Pautas que a continuación se detallan:

Las semillas de las variedades comerciales a ser evaluadas fueron provistas por los semilleros tanto oficiales como privados, para luego distribuirse a los responsables de cada una de las macroparcelsa que participan de la Red. Las variedades de grupos de maduración (GM) cortos (IV, V y VI), se implantaron

La Presentaron niveles bajos de severidad en los diferentes estadios del cultivo de la soja. Las condiciones fueron poco propicias para el establecimiento y desarrollo de la roya de la soja, apareciendo recién en abril en Tucumán y zonas de influencia. En el norte de la provincia de Salta, que en la campaña 2007/2008 había registrado severas pérdidas por la roya, la enfermedad apareció más tarde en esta campaña

La Fragua, El Palomar y Javicho y siete en la provincia de Salta (Lajitas Oeste, Lajitas Este, Metán, Olleros, Tolloche, Mosconi y Ballivián Oeste). Cabe aclarar que las localidades de Tolloche, La Fragua y Javicho, debido a problemas operativos, no fueron tenidas en cuenta en el análisis.

A fin de uniformar criterios en la realización de las macroparcels, se siguieron una serie de pautas que a continuación se detallan:

Las semillas de las variedades comerciales a ser evaluadas fueron provistas por los semilleros tanto oficiales como privados, para luego distribuirse a los responsables de cada una de las macroparcelsa que participan de la Red. Las variedades de grupos de maduración (GM) cortos (IV, V y VI), se implantaron

La Presentaron niveles bajos de severidad en los diferentes estadios del cultivo de la soja. Las condiciones fueron poco propicias para el establecimiento y desarrollo de la roya de la soja, apareciendo recién en abril en Tucumán y zonas de influencia. En el norte de la provincia de Salta, que en la campaña 2007/2008 había registrado severas pérdidas por la roya, la enfermedad apareció más tarde en esta campaña (mediados de marzo) y mostró una lenta evolución, debido a condiciones climáticas adversas para el patógeno (González et al., 2009). Durante la campaña recientemente finalizada, 2009/2010, la producción de soja en el NOA resultó muy favorable en lo que se refiere a las condiciones climáticas, registrándose precipitaciones apropiadas en cantidad y distribución para el crecimiento y desarrollo de los cultivos en la mayor parte de la región. La ocurrencia y los daños ocasionados por las enfermedades fueron mínimos a pesar de haberse presentado condiciones favorables para el desarrollo de las mismas a lo largo de la campaña. En el presente trabajo se presentan los resultados de la prospección del estado sanitario de los cultivos de soja en la región y de las evaluaciones del comportamiento de cultivos frente a las enfermedades más prevalentes, llevados a cabo por el personal de la Sección Fitopatología de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) durante la campaña 2009/2010.

Personal de la Sección Fitopatología de la EEAOC realiza anualmente una prospección de las enfermedades que afectan al cultivo de la soja en la provincia de Tucumán y sus zonas de influencia. Esta tarea se realiza con la colaboración de productores, asesores y técnicos de empresas privadas, los que aportan muestras provenientes de toda la región del NOA.



colaboración de productores, asesores y técnicos de empresas privadas, los que aportan muestras provenientes de toda la región del NOA.

Personal de la Sección Fitopatología de la EEAOC realiza anualmente una prospección de las enfermedades que afectan al cultivo de la soja en la provincia de Tucumán y sus zonas de influencia. Esta tarea se realiza con la colaboración de productores, asesores y técnicos de empresas privadas, los que aportan muestras provenientes de toda la región del NOA.



ANÁLISIS DE ÍNDICE AMBIENTAL CON AJUSTE LINEAL

| José R. Sánchez* | Fernando Ledesma* | Darío Moa* | Brian Lane* |
| Emanuel Mulet* | Daniela Medina* | Mario R. Devani* |



Soja indeterminada en madurez.

Existen variedades que, bajo condiciones ambientales más favorables (climáticas y de manejo), aumentan su rendimiento en forma pronunciada, mientras otras lo hacen en forma más suave o lo mantienen casi constante. Este análisis ofrece la posibilidad de observar, a través de gráficos, como se comportan los distintos materiales a medida que mejoran las condiciones ambientales.

Los índices ambientales (promedio de los rendimientos de las variedades en cada localidad) se ubican en el eje de las abscisas, ordenados de menor a mayor, y sobre ellos se localizan en el gráfico los puntos de los valores de rendimiento logrados por esas variedades en cada ambiente. Estos rendimientos se ubican en el eje de las ordenadas, también ubicados de manera creciente. Así, para cada localidad-ambiente obtendremos una nube de puntos, que a su vez servirán de base para poder realizar el ajuste lineal de los materiales. La pendiente de la recta obtenida nos indica el comportamiento del genotipo, pudiendo con esta información determinar la “estabilidad” (pendiente similar o menor a la unidad) y “adaptabilidad” (valor de pendiente superior a uno) de cada material, en función de la caída en su rendimiento por cada unidad de merma en el potencial productivo del ambiente (pendiente de la relación lineal entre rendimiento y nivel de producción de cada ambiente probado) (Uhart y Correa, 2001). Nuevamente, es conveniente recordar los conceptos de estabilidad y adaptabilidad: estabilidad es la capacidad de

homeostasis (autorregulación de los organismos vivos a nuevas condiciones sin sufrir cambios profundos) de un genotipo frente a modificaciones del ambiente, mientras que la adaptabilidad es la capacidad de un genotipo de dar mayores respuestas a condiciones crecientes de calidad ambiental.

A modo de ejemplo, un genotipo con un valor de $b=0,8$ implica que su rendimiento varía 0,8 kg/ha cuando el ambiente cambia 1 kg/ha (genotipo A, en Figura 1); en cambio los adaptables serían aquellos materiales donde la pendiente es mayor a 1 (genotipo B, en Figura 1). Ejemplo: $b=1,2$, el genotipo varía su rendimiento en 1,2 kg/ha cuando el ambiente cambia en 1 kg/ha (Ermacora, 2006).

Es necesario aclarar que este tipo de análisis corresponde a la situación ambiental particular de la campaña 2010/2011, y se debe considerar como un análisis adicional que complementa los anteriores. Hablar con mayor precisión de estabilidad y adaptabilidad de materiales requiere una mayor cantidad de años y la evaluación de los mismos materiales en todos los ambientes.

A continuación se presenta el análisis, discriminando cada grupo de madurez (GM) en cuatro gráficos (GM IV-V, GM VI, GM VII y GM VIII), donde además se muestra la ecuación de la recta de regresión y el R^2 para cada variedad. No se presentan aquellos materiales cuyo R^2 no estuvo por encima del valor mínimo requerido.

Al observar los gráficos se desprende lo siguiente:

⊙ **GM IV-V (Figura 2a):** se pueden observar tres materiales de muy alto potencial, como NA 5909 RG, DM 5,9 RR y RA 516 RR, comportándose las dos primeras como adaptables en esta campaña, mientras que RA 516 RR aparece como estable según su pendiente (0,98), con buen desempeño también en ambientes de menor potencial, al igual que NA 5909 RG. La recta de la variedad DM 5,9 RR muestra que reduce notoriamente sus rindes ante situaciones desfavorables. En estos ambientes los cultivares NS 4903 RG y NS 4997 RG, que aparecen por primera vez en la Red de evaluación de cultivares, exhiben buen comportamiento y se comportan como estables según sus pendientes (0,80 y 0,94 respectivamente), aunque en ambientes de alto potencial son superados por otros. El resto de los materiales no logró superar a los anteriormente mencionados, en ninguno de los ambientes.

⊙ **GM VI (Figura 2b):** a primera vista, se observa al nuevo material NS 6448 como adaptable y de muy alto potencial de rendimiento, pero que deprime considerablemente su producción en ambientes de baja calidad. Los materiales que tuvieron una buena actuación en ambientes de alto y bajo potencial en esta campaña fueron DM 6,8 RR y DM 6500 RR, los cuales se

comportaron como estables, como lo demuestran sus pendientes. DM 6,8 RR es evaluado por primera vez en la red de ensayos. Otros materiales estables, pero con comportamientos regulares en ambos ambientes, fueron RA 633 RR y DM 6,2 RR, siendo superados por otros de mayor potencial. El resto de los materiales no logró superar a los ya mencionados.

⊙ **GM VII (Figura 2c):** encontramos tres materiales, dos que se comportaron como adaptables (RMO 75 RR y TJ 2171 RR) y RA 733 RR que, según su pendiente (1,02), se comportó como estable. Este GM fue superado en rendimiento por variedades de los otros GM, tanto en ambientes de alta calidad como en aquellos de menores rendimientos. TJ 2171 RR y RA 733 RR se encuentran en su primer año de evaluación.

⊙ **GM VIII (Figura 2d):** dentro de este GM, las variedades DM 8002 RR, Tob 7800 RR, A 8000 RG, NA 8009 RG y SPS 8x0 RR se comportaron como adaptables, con buena performance en ambientes de calidad. En situaciones desfavorables también se destacaron en rindes, excepto las últimas dos (NA 8009 RG y SPS 8x0 RR). DM 7,8 RR figura como estable, con buen rendimiento en todos los ambientes, en su segundo año en la red de evaluación. Otras variedades que se comportaron como estables son Yanasu RR, NA 8004 RG y RMO 805 RR, diferenciándose la última por sus rendimientos intermedios y constantes a lo largo de la gama de ambientes; en cambio, las dos primeras, a pesar de su bajo potencial en ambientes de calidad, presentan los mejores comportamientos en ambientes más marginales.

Finalmente, en la Figura 3 se presentan las 27 variedades analizadas en esta campaña 2010/2011, con el rendimiento promedio de las mismas (eje de las X) y los valores de sus respectivas pendientes (eje de las Y). El gráfico fue separado por una línea vertical que cruza al eje X en el valor de 3735 kg/ha (promedio de todas las variedades participantes en todas las localidades incluidas en el análisis). Las variedades que se encuentran cercanas o por encima del valor 1,1 del eje Y se consideran adaptables, mientras las que se encuentran debajo de ese valor se consideran estables. Las variedades que se ubican hacia la derecha del valor 3735 kg/ha (eje X) son las que lograron rendimientos superiores en esta campaña. En una observación inicial, encontramos que todos los cultivares de GM VII (como mencionamos anteriormente) y la mayoría del GM VIII no superan ni se encuentran cercanos al valor del promedio de rendimiento general. Se destacan principalmente las variedades DM 8002 RR, por sus altos rindes y adaptabilidad, y NS 6448 RG, por su alta adaptabilidad y rindes similares al promedio. Luego

encontramos un grupo de materiales con rendimientos promedios mayores al promedio general, con características de adaptabilidad (NA 5909 RG y Tob 7800 RR) y de estabilidad (DM 6,8 RR, DM 7,8 RR, RA 516 RR, DM 6500 RR y NA 8004 RG). A pesar de no aventajar al rendimiento promedio general, existe un conjunto de materiales (principalmente del GM VIII) cuya ubicación en el gráfico es muy cercana a la de este promedio y deben tenerse en cuenta. Ellos son NA 8009 RG, DM 5,9 RR, SPS 8x0 RR, A 8000 RG (hasta aquí, adaptables), NS 4997 RG, RMO 805 RR y Yanasu RR (estables).---

■ BIBLIOGRAFÍA CITADA

⊙ **Ermacora, M. 2006.** Cómo elegir un híbrido de maíz. Revista CREA 36 (309): 56-64.

⊙ **Uhart, S. A. y R. O. Correa. 2001.** Criterios para la elección del híbrido (primera parte). AgroDecisiones 6 (31): 16-19.

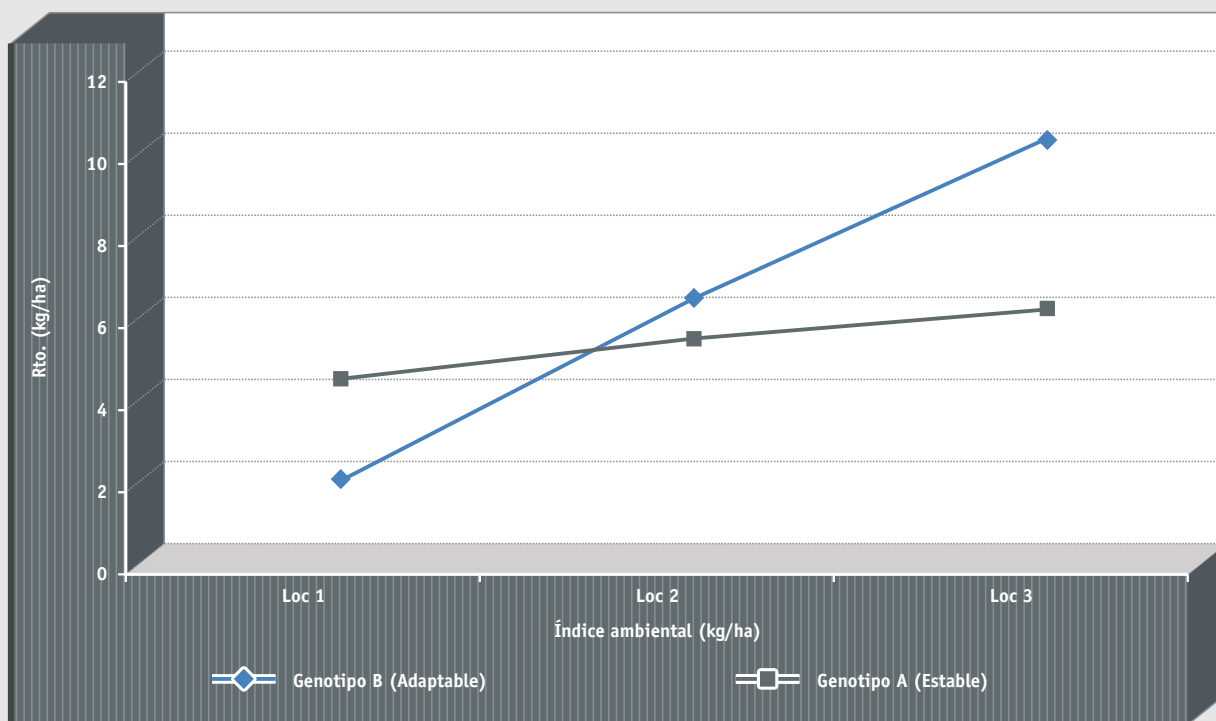


FIGURA 1. Ejemplificación gráfica de ajuste lineal de un genotipo adaptable y de uno estable.

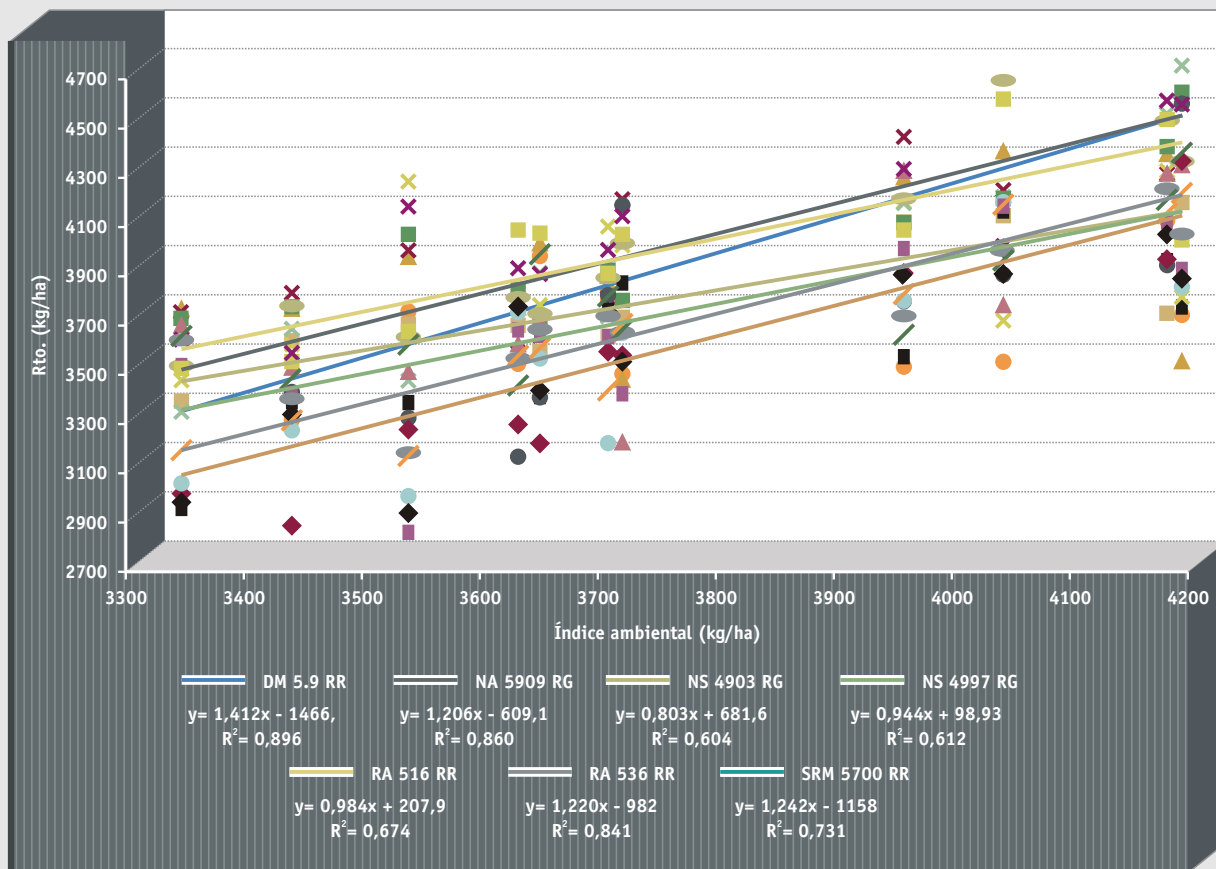


FIGURA 2a. Rendimiento (kg/ha) de variedades pertenecientes a GM IV-V y ajuste lineal de materiales, según índice ambiental en el NOA. Campaña 2010/2011.

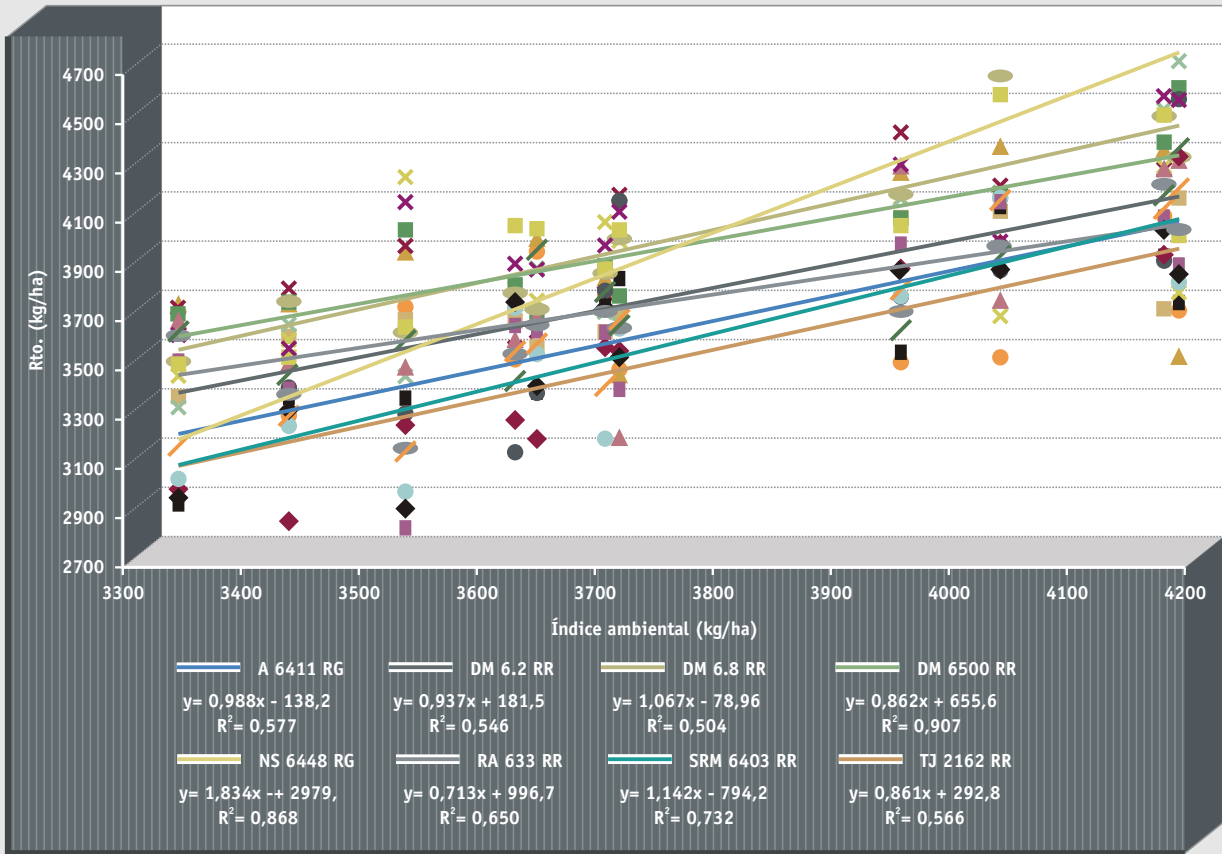


FIGURA 2b. Rendimiento (kg/ha) de variedades pertenecientes a GM VI y ajuste lineal de materiales, según índice ambiental en el NOA. Campaña 2010/2011.

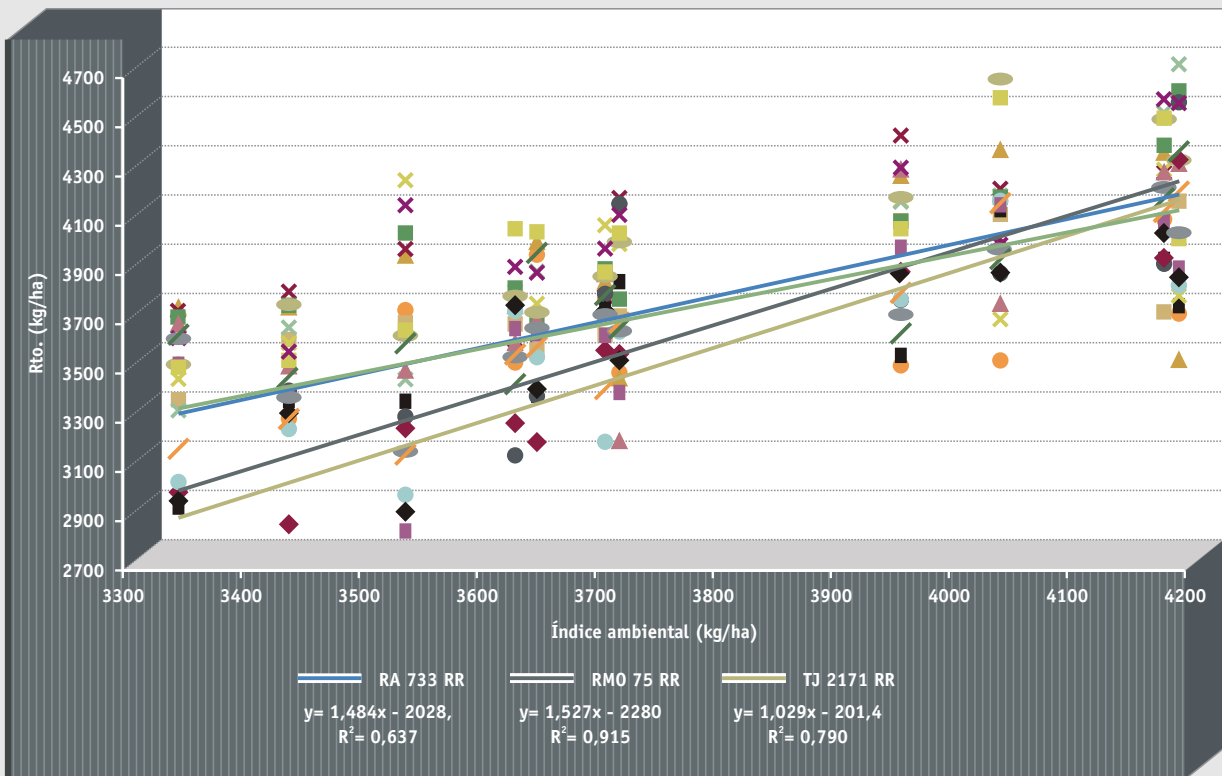


FIGURA 2c. Rendimiento (kg/ha) de variedades pertenecientes a GM VII y ajuste lineal de materiales, según índice ambiental en el NOA. Campaña 2010/2011.

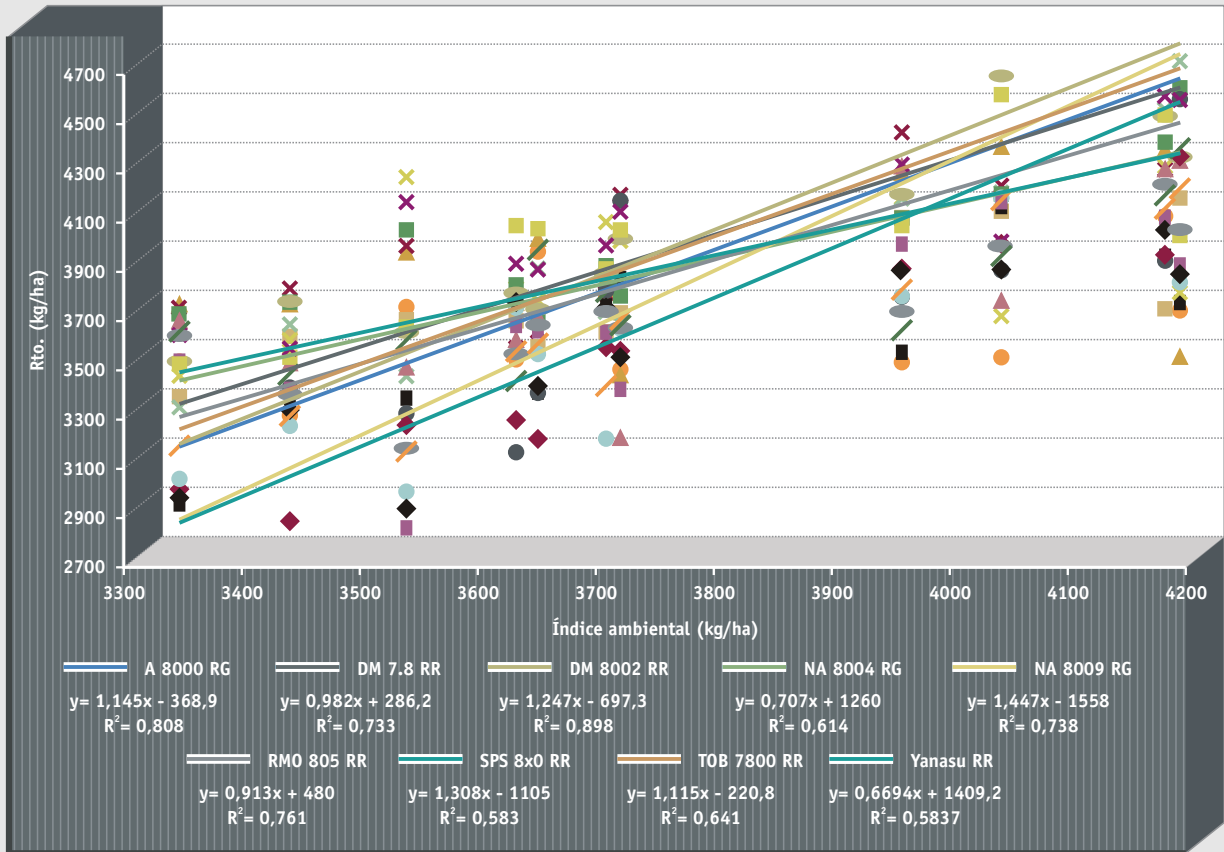


FIGURA 2d. Rendimiento (kg/ha) de variedades pertenecientes a GM VIII y ajuste lineal de materiales, según índice ambiental en el NOA. Campaña 2010/2011.

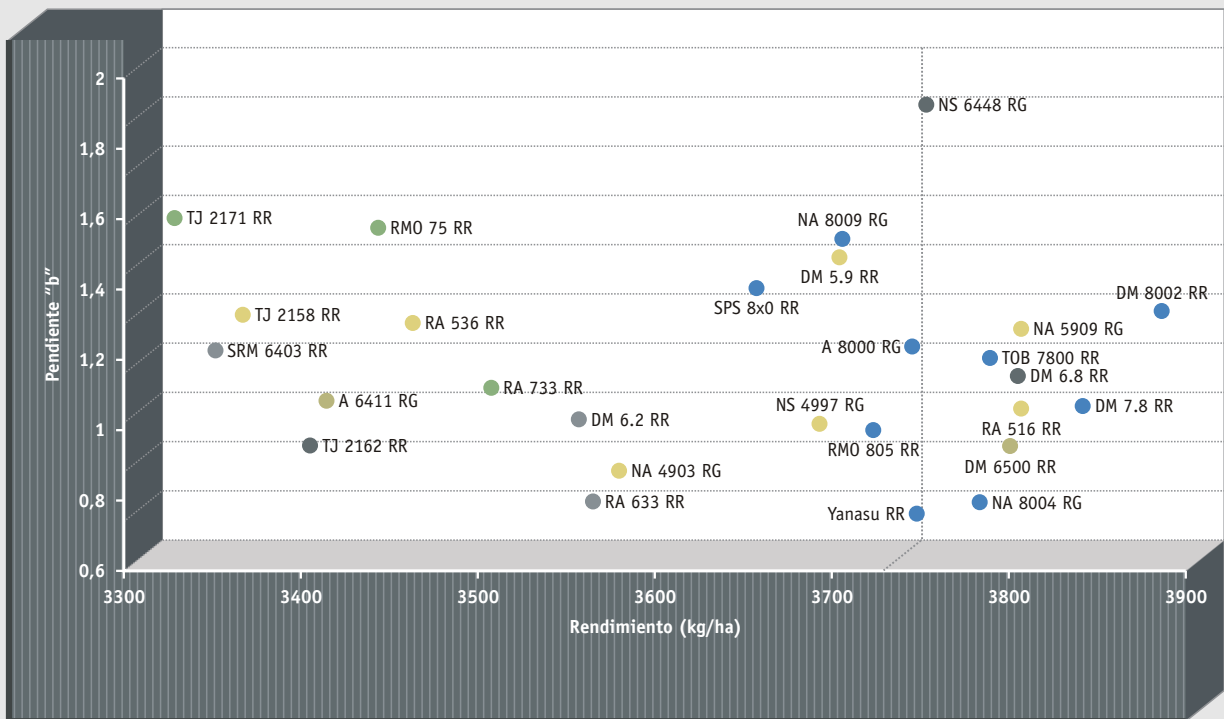


FIGURA 3. Rendimiento promedio de 27 variedades en 12 localidades de la Red de Macroparcelas en el NOA, en la campaña 2010/2011, y pendiente de la recta de regresión obtenida del ajuste lineal de las mismas.

ANÁLISIS DE DATOS DE ENSAYOS MULTIAMBIENTALES A TRAVÉS DE LA METODOLOGÍA GGE BIPLLOT CAMPAÑA 2010/2011

| José R. Sánchez* | Fernando Ledesma* | Brian Lane* | Mauricio D. Plano* |
| Agustín Sanzano** | Mario R. Devani* |



Lote comercial de soja.

En la campaña 2010/2011 se evaluaron 34 variedades comerciales de soja en 15 localidades del Noroeste Argentino (NOA), las cuales debido a la influencia que ejerce el ambiente (interacción genotipo-ambiente) presentaron comportamientos diferenciales. Como consecuencia de esto, existen genotipos (G) que poseen una adaptación amplia, mientras que otros se desempeñan bien particularmente en ambientes determinados (adaptación específica). En esta interacción genotipo-ambiente (GE), la diferencia entre los genotipos es ocasionada por el ambiente (E) en el que se evalúan. Los ensayos multi-ambientes permiten evaluar la interacción GE y determinar el desempeño comparativo de los genotipos, no solo a nivel del promedio general a través de los ambientes (adaptación amplia), sino también en cada ambiente en particular. Los efectos ambientales son, en general, los de mayor importancia en ensayos multiambientales (pudiendo explicar más del 70 % de la variabilidad de los rendimientos). No obstante, los efectos del genotipo y los efectos de la interacción son los de mayor relevancia para la recomendación de variedades. Si se observa que los efectos de G generan un mayor porcentaje de la variación de los rindes que los efectos de la interacción GE, esto indica la existencia de G que superan a otros independientemente del E, y por lo tanto cobra sentido la búsqueda de G con buena adaptación en sentido amplio. Por el contrario, si los efectos de interacción GE son mayores que los efectos de G, será importante identificar

adaptaciones específicas, es decir algunos G que se desempeñen particularmente bien en ambientes determinados.

Los ensayos multiambientales (tomando como base el análisis de componentes principales -ACP-) son útiles a la hora de evaluar las variedades disponibles en el mercado y sirven para predecir en cierta forma el comportamiento a futuro del material evaluado. Existen metodologías para analizar este tipo de ensayos y una de ellas es el GGE biplot. El ACP genera una nube de puntos o entradas en un espacio multidimensional. Luego, en conjunto con los gráficos biplot, reducen la cantidad de dimensiones hasta obtener una proyección de un espacio bidimensional (dos ejes). Los biplots permiten visualizar distintas variables en un mismo espacio, haciendo posible identificar asociaciones entre localidades, entre variedades y entre localidades y variedades. Con el ACP se construyen ejes artificiales (componente principal 1 -CP1- y componente principal 2 -CP2-), que permiten obtener gráficos de dispersión de localidades y variedades con las propiedades óptimas para la interpretación de la variabilidad subyacente. El porcentaje presentado sobre cada eje representa el porcentaje de la variación total en los rendimientos (sin efecto de E en este caso) explicado sobre cada eje, siendo la suma de ambos ejes la variabilidad total en las observaciones. Cuanto más cercana sea esta suma al 100%, mayor será la correlación entre el gráfico y lo sucedido en los ensayos.

La técnica GGE biplot trabaja con los datos de rendimiento después de descontar los efectos de los ambientes (limpios de efecto ambiental), permitiendo así una exploración gráfica de los patrones de variabilidad debido a los efectos de genotipo y a los efectos de la interacción (G+GE o simplemente GGE).

Para leer un GGE biplot, se observan en primer lugar las diferencias a nivel del eje de las abscisas (horizontal), ya que por construcción este eje separa y explica la mayor variación entre localidades. Dicho eje recibe el nombre de componente principal 1 (CP1). Es importante notar si los puntos o marcadores que representan los genotipos van todos hacia el mismo lado, respecto del cero del eje, o si algunos se oponen. Cuando hay genotipos hacia la izquierda y hacia la derecha, se podrá inferir que estos muestran comportamientos diferenciales, apareciendo los grupos de mayor rendimiento promedio hacia la derecha. Los genotipos cercanos al cero de este eje no se destacan en ninguno de los ambientes. Los marcadores de ambientes (puntos conectados al origen del gráfico por un segmento de línea) que se orientan hacia la derecha, constituyen ambientes favorables para los genotipos que se posicionan en la misma dirección; mientras que en los ambientes que se orientan hacia la izquierda, son los genotipos posicionados sobre la izquierda los de mejor comportamiento relativo. Si

todos los marcadores de ambientes quedan para el mismo lado, los G en el lado opuesto son los de menor rendimiento.

Luego de analizar patrones de variabilidad de derecha-izquierda, puede analizarse de igual manera la variabilidad a nivel del eje de las ordenadas (de arriba-abajo). En general, sobre el eje 2 (CP2) se ponen de manifiesto adaptaciones de algunos G en ambientes específicos. La ortogonalidad de las componentes principales garantiza que la CP2 provee nueva información sobre variabilidad respecto a la provista por el CP1; es decir que explica la variabilidad de los ambientes que no fue explicada por la CP1. Por ejemplo, si un G tiene un valor relativamente alto sobre este eje, tendrá una respuesta relativamente mejor en el/los ambientes E con valor alto sobre este eje. Los gráficos GGE biplot pueden usarse para identificar mega-ambientes; entiéndase por ellos a conjuntos de ambientes donde unos genotipos se desempeñan con un comportamiento relativo mejor que otros. Los marcadores de E (localidades) que conforman un mega-ambiente se posicionan en un mismo sector del gráfico. Los vectores se definen trazando rectas perpendiculares (desde el origen) a cada lado del polígono convexo formado al unir los marcadores de genotipos más extremos. El G "vértice" de cada vector es el que mejor expresa el comportamiento de los genotipos en ese mega-ambiente.

A continuación se presentan las gráficas correspondientes.

■ DESEMPEÑO DE GM EN EL NOA

En la Figura 1 se observa cómo se relacionaron los GM con las localidades participantes en la Red del NOA en la campaña 2010/2011. Cabe remarcar que la suma de los componentes principales (CP1 y CP2) supera en este caso al 89 %, lo que demuestra la alta representación entre lo ocurrido a campo con lo que se observa en el gráfico. En él se pueden diferenciar, según su dirección hacia los marcadores de los distintos GM, tres grupos de localidades. Un grupo está conformado por las localidades de Metán y Olleros, cuyos vectores se direccionan hacia el punto de las variedades de GM V y se relacionan positivamente con ellas. Las localidades de La Cruz, La Virginia y Ballivián Este, formarían otro mega-ambiente que se ubica entre los marcadores de los GM V y VIII, indicando que variedades de estos ciclos lograron los mejores rindes. Por último tenemos un tercer grupo, el más numeroso, en el cual se agrupan las localidades de San Agustín, Lajitas Oeste, Ballivián Oeste, Garmendia, Lajitas Este, La Fragua y El Palomar. Este conjunto se dirige principalmente hacia el punto del GM VIII, el que justamente fue el de mejor desempeño en estos ambientes.

■ DESEMPEÑO DE VARIEDADES EN EL NOA

En cuanto al comportamiento de las variedades en las distintas localidades (Figura 2), observamos primero que la suma de los CP 1 y CP 2 no es tan elevada como en la figura anterior. En este caso la metodología indica que solo deben analizarse aquellos marcadores de variedades más alejados del centro del gráfico (0,0), ya que ofrecen mayor potencia estadística, principalmente sobre las variedades que conforman el polígono. En la parte superior del gráfico, observamos una relación entre el material NS 6448 RG (variedad vértice) con las localidades de Garmendia, Olleros, La Fragua y Metán; es decir que dicha variedad logró un desempeño importante en esos ambientes en esta campaña. El siguiente grupo incluye a Lajitas Este, Lajitas Oeste, San Agustín, El Palomar y La Cruz, dirigiéndose sus vectores hacia los marcadores de los cultivares vértices NA 8004 RG, DM 8002 RR y DM 7.8 RR, todos pertenecientes al GM VIII. Finalmente nos quedan los ensayos de Ballivián Oeste, Ballivián Este y La Virginia, que integran un conjunto con relación positiva hacia las variedades vértices Yanasu RR y DM 5.8 RR, por el sentido de sus líneas hacia los puntos de estos cultivares.

De esta manera, a través de los gráficos analizados y aplicando esta metodología, es posible observar de forma rápida cuáles GM y, dentro de ellos, qué variedades tuvieron buen desempeño en las distintas localidades ensayadas en esta campaña.---

GM por localidad en el NOA

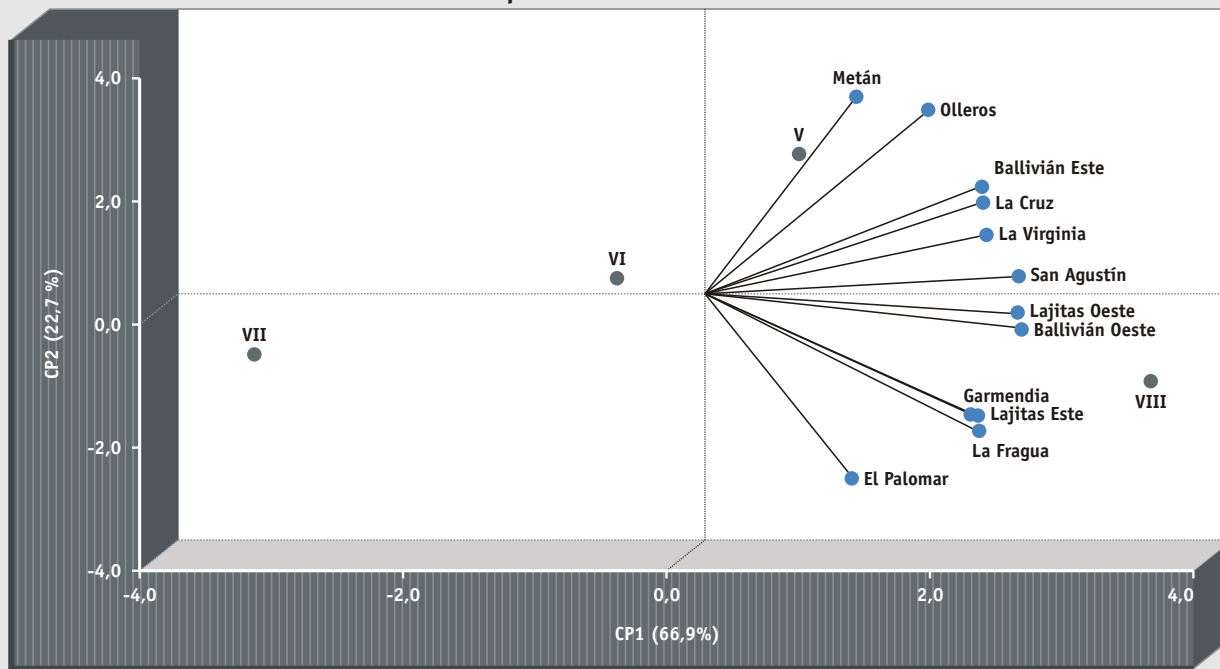


FIGURA 1. Desempeño de GM en el NOA. Campaña 2010/2011.

Variedad por localidad en el NOA

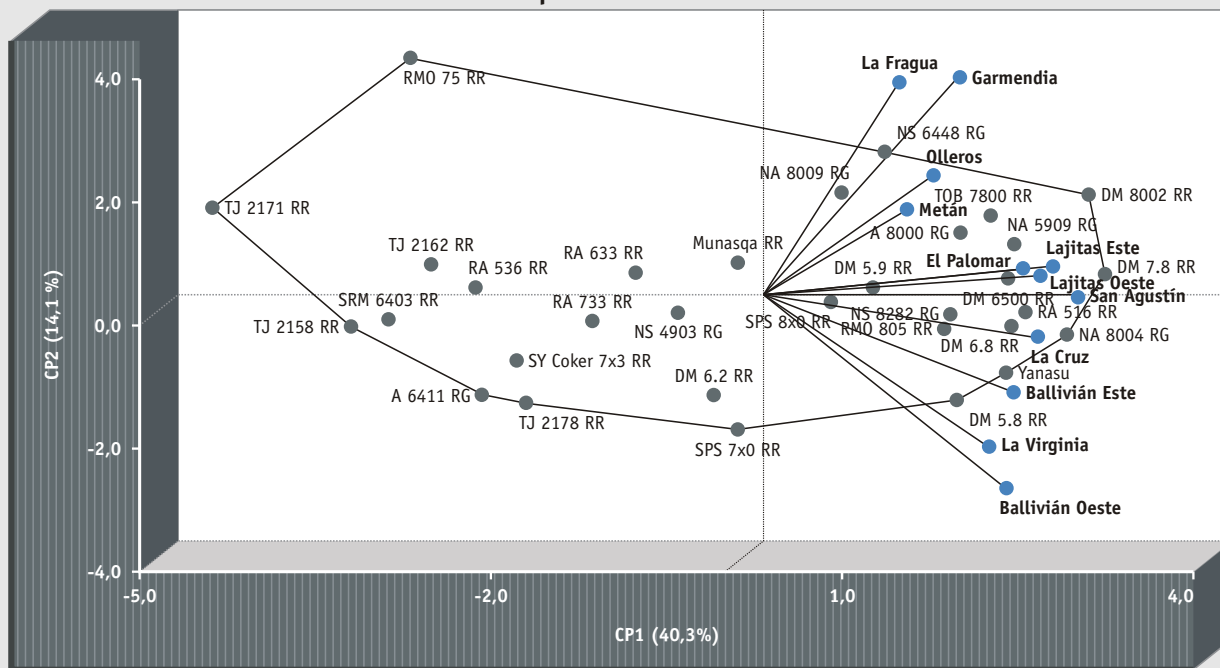


FIGURA 2. Desempeño de variedades en el NOA. Campaña 2010/2011.